

(11)特許出願公開番号

特開平8-316883

(43)公開日 平成8年(1996)11月29日

(51)Int.Cl. ⁸	識別記号	序内整理番号	F I	技術表示箇所
H 0 4 B 3/06			H 0 4 B 3/06	C
H 0 3 H 21/00		8842-5 J	H 0 3 H 21/00	

審査請求 未請求 請求項の数 9 F D (全 12 頁)

(21)出願番号 特願平7-145271

(22)出願日 平成7年(1995)5月19日

(71)出願人 000001007

キヤノン株式会社

東京都大田区下丸子3丁目30番2号

(72) 發明者 矢口 達也

東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤ
ノン株式会社内

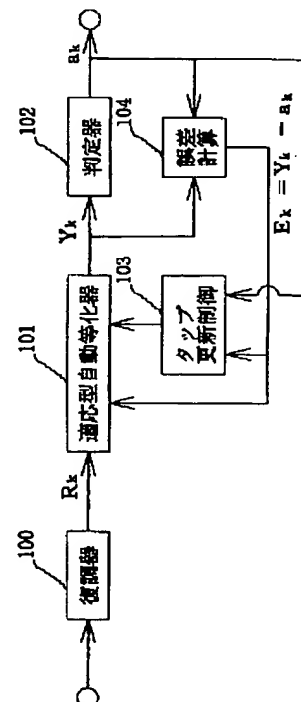
(74)代理人 弁理士 川久保 新一

(54) 【発明の名称】 適応型自動等化器制御方式

(57) 【要約】

【目的】 適応型自動等化器のタップゲインの更新制御を行うことで、ガウス雑音に対する不用意なタップゲインの更新を防止することを目的とする。

【構成】 適応型自動等化器を構成するトランスバースルフィルタの出力（等化器出力）と判定器出力との差である等化誤差信号ならびに判定器出力とを基に適応型自動等化器のタップ更新制御を行う。すなわち、タップ更新制御回路において、等化誤差信号と判定器出力とを入力とし、判定器出力によって特定される等化誤差信号の平均2乗誤差信号を計算し、既定値との比較を行うことにより、到来信号がガウス雑音かガウス雑音を含む変調信号かの弁別を行う。



1

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 適応型自動等化器を構成するトランスバーサルフィルタの出力と判定器出力との差である等化誤差信号と、判定器出力とに基づいて、適応型自動等化器のタップ更新制御を行うタップ更新制御回路を備えたことを特徴とする適応型自動等化器制御方式。

【請求項 2】 請求項 1 において、

上記タップ更新制御回路は、上記判定器出力によって選ばれる特定の等化誤差信号の絶対値の 2 乗を計算するエネルギー抽出器と、この抽出器の出力の時間平均を計算する平均化器と、この平均化器の出力である 2 乗平均誤差と既定の定数とを比較する比較器とを有することを特徴とする適応型自動等化器制御方式。

【請求項 3】 請求項 1 において、

上記タップ更新制御回路は、上記判定器出力によって選ばれる特定の等化誤差信号の絶対値を計算するエネルギー抽出器と、この抽出器の出力の時間平均を計算する平均化器と、この平均化器の出力である平均絶対値誤差と既定の定数とを比較する比較器とを有することを特徴とする適応型自動等化器制御方式。

【請求項 4】 請求項 1 において、

上記タップ更新制御回路は、上記等化誤差信号の絶対値の 2 乗を計算するエネルギー抽出器と、この抽出器の出力のうち判定器出力によって選ばれる特定の等化誤差信号に対応するエネルギーだけを選択し、その時間平均を計算する平均化器と、この平均化器の出力である 2 乗平均誤差と既定の定数とを比較する比較器とを有することを特徴とする適応型自動等化器制御方式。

【請求項 5】 請求項 1 において、

上記タップ更新制御回路は、上記等化誤差信号の絶対値を計算するエネルギー抽出器と、この抽出器の出力のうち判定器出力によって選ばれる特定の等化誤差信号に対応するエネルギーだけを選択し、その時間平均を計算する平均化器と、この平均化器の出力である平均絶対値誤差と既定の定数とを比較する比較器とを有することを特徴とする適応型自動等化器制御方式。

【請求項 6】 適応型自動等化器を構成するトランスバーサルフィルタの出力と、判定器出力とに基づいて、適応型自動等化器のタップ更新制御を行うタップ更新制御回路を備えたことを特徴とする適応型自動等化器制御方式。

【請求項 7】 請求項 6 において、

上記タップ更新制御回路は、上記判定器出力によって選ばれる特定の等化器出力の絶対値の 2 乗を計算するエネルギー抽出器と、このエネルギー抽出器の出力と既定の第 1 の定数とを比較する第 1 の比較器と、この比較器の出力を所定時間累積するカウンタと、このカウンタの出力と既定の第 2 の定数とを比較する第 2 の比較器とを有することを特徴とする適応型自動等化器制御方式。

【請求項 8】 請求項 6 において、

2

上記タップ更新制御回路は、上記判定器出力によって選ばれる特定の等化器出力の絶対値を計算するエネルギー抽出器と、この抽出器の出力と既定の第 1 の定数とを比較する第 1 の比較器と、この比較器の出力を所定時間累積するカウンタと、このカウンタの出力と既定の第 1 の定数とを比較する第 1 の比較器とを有することを特徴とする適応型自動等化器制御方式。

【請求項 9】 請求項 6 において、

上記タップ更新制御回路は、上記判定器出力によって選ばれる特定の等化器出力の座標を抽出する座標抽出器と、この座標抽出器の出力が既定の部分平面に存在するかどうかを判定する領域判定器と、その領域判定結果を所定時間累積するカウンタと、このカウンタ出力と既定の定数とを比較する比較器とを有することを特徴とする適応型自動等化器制御方式。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は、通信回路を利用してデータ伝送を行う変復調装置における適応型自動等化器の制御方式に関するものである。

【0002】

【従来の技術】 一般に、デジタル信号データを一般公衆回線（アナログ回線）を介して伝送する場合、デジタル信号を所望のアナログ信号に変換したり、その逆変換を行う変復調装置（モデム）が必要になる。

【0003】 そして、このような変復調装置には、通常、回線特性を補正するための適応型自動等化器が設けられており、データ伝送に先立って、トレーニング信号を伝送し、これにより上記等化器の調整を行い、その後のデータ伝送中においては、回線特性の緩やかな時間変動にも追従すべく、上記等化器特性を変化させていくようなことが行われている（自動等化または適応等化と呼ばれる）。

【0004】 図 8 は、従来の適応型自動等化器が内蔵される制御回路を示すブロック図であり、図 9 は、トランスバーサルフィルタで構成した適応型自動等化器の基本構成を示すブロック図である。

【0005】 また、図 10 は、タップ更新制御回路の構成を示すブロック図であり、図 11 は、このような等化器における信号式を示す説明図である。

【0006】 図 8 において、復調器 800 は、回線から到来する変調信号を複素ベースバンド信号に変換するものである。続いて、この複素ベースバンド信号は、図 9 に示す複素共役器 900 により、複素共役ベースバンド信号に変換される。

【0007】 さらに、この複素共役ベースバンド信号は、トランスバーサルフィルタを構成する遅延器 901 に順次入力される。

【0008】 ここで、遅延器 901 は、複素数を一定時間遅延するものであり、上段の各遅延器 901 A の出力

3

と乗算器 902A によって乗算されるタップゲインを、
 $[C_{-N}^{v+1}, \dots, C_0^{v+1}, \dots, C_{+N}^{v+1}]$ とする。

【0009】また、加算器 903 は、遅延複素共役ベースバンド信号とタップゲインとの乗算結果の総和をとるものであり、この加算の結果、等化器出力信号 Y_k は、図 11 の (1) 式となる。

【0010】ここで、 R_{k-i}^* は、等化器への i 番目の複素共役ベースバンド信号であり、 C_i^{v+1} は、トランスバースルフィルタの i 番目のタップゲインの $v+1$ 回目に計算される値である。

【0011】次に、上記 (1) 式で与えられる等化器出力 Y_k は、判定器 905 に入力される。この判定器 905 は、複数の基準信号点を有し、それらの中から、 Y_k との距離が最も短い点を Y_k の判定点として a_k を出力する。そして、等化器出力 Y_k と判定点 a_k との差 $E_k = Y_k - a_k$ が k 時点における等化誤差である。

【0012】適応型自動等化器 801 は、 E_k の平均 2 乗誤差を最小にすべくタップゲイン $[C_{-N}^{v+1}, \dots, C_0^{v+1}, \dots, C_{+N}^{v+1}]$ を逐次修正していくための回路であり、各々のタップゲインは、図 11 の (2) 式に従って更新される。

【0013】ここで、 α は適応型自動等化器の等化速度に影響を与える定数で、一般に収束係数と呼ばれている。

【0014】上記 (2) 式で与えられるタップゲイン更新の回路は、下段の各遅延器 901B、乗算器 902B、902C、加算器 903 ならびにタップ更新定数である収束係数 α で構成される。

【0015】ところで、以上説明したような適応型自動等化器を設けた変復調装置を用いてデータ伝送を行うと、回線に瞬断あるいは急激なレベル変動が発生した時に、上記 (2) 式で与えられるタップゲイン修正のアルゴリズムに従って適応的に等化処理を続行することにより、等化誤差 E_k が極めて大きな値を取り、タップゲインを不用意に大幅に変更してしまう。この結果、適応型自動等化器の等化能力は急激に劣化し、以降判定誤りが続いたり、あるいは、上記回線障害の程度が悪い場合には等化器は発散してしまい、2 度と等化能力が回復しないこともある。

【0016】そこで、以上のような回線障害による適応型自動等化器の等化能力の低下や発散を防止するための従来の対策について説明する。

【0017】上述のように、図 8 において、復調器 800 によって到来変調信号は、複素ベースバンド信号に変換されるが、まず、この到来変調信号について、復調器 800 に入力される以前に、変調信号固有の振幅変動により影響を受けない程度の時定数をもつ AGC によってレベル調整がされているとみなす。

【0018】従って、複素ベースバンド信号は、レベル

4

変動検出器 1000 に入力されると、前段の AGC によってレベル調整されることのない瞬断や急激なレベル変動に対してだけ、それらの変化量が検出されることになる。なお、レベル変動検出器は、通常、到来変調信号のレベルの変化分を検出する必要性から微分回路によって構成される。

【0019】従って、レベル変動検出器 1000 は、予め選定された比較値 ($=\beta$ 、回路に内蔵) と変化分が比較され、レベル変化分が大きければ、信号線 1004 に“1”を出力することにより、SR フリップフロップ 1002 をセットして信号線 1006 に“1”を出力し、この結果、収束係数“0”が選択される。

【0020】一方、SR フリップフロップ 1002 は、一度セット信号が入力されると、出力 Q が“1”に保持され、リセット信号が入力されて初めて出力 Q が“0”に切り替わる。従って、一度レベル変動検出器 1000 によって収束係数が“0”に選ばれると、レベル回復検出器 1001 によって到来変調信号のレベルが安定したことを確認するまで、収束係数は“0”に選ばれたままになっており、レベル安定が確認されると、レベル回復検出器 1001 は、信号線 1005 を“1”にして、SR フリップフロップ 1002 をリセットし、信号線 1006 に“0”を出力する。この結果、収束係数“1”が選択される。

【0021】なお、レベル回復検出器 1001 は、到来変調信号の平均エネルギーが所望の範囲 (例えば、 x を到来変調信号とすると、 $\Delta^- \leq |x|^2 \leq \Delta^+$) に収まっているかどうかを判定し、収まっていれば、信号線 1005 に“1”を、収まっていなければ、信号線 1005 に“0”を出力するようになっており、通常、エネルギー検出器、平均化器、比較器から構成されている。

【0022】また、レベル変動検出器 1000 の内部に含まれる比較値 β は、通常、到来変調信号の固有変化分よりも大きく、かつレベル変動を見逃さない程度の値が選ばれる。

【0023】さらに、レベル回復検出器 1001 の内部に含まれる判定境界値 Δ^- および Δ^+ は、判定誤りが発生しないレベル変化量の範囲で決定される定数である。

【0024】上述のような動作を言い換えると次のようになる。すなわち、回線に、瞬断あるいは急激なレベル変動があり、これらの回線異常により、適応型自動等化器のタップゲインを更新することが好ましくないときレベル変動検出器 1000 が判断した場合には、収束係数 $\alpha = 0$ が選択されるので、タップゲイン更新の上記 (2) 式は、 $C_1^{v+1} = C_1^v$ となり、タップゲインはフリーズされる。

【0025】一方、レベル回復検出器 1001 により回線のレベル変動から回復したと判断されると、適応型自動等化器は逐次回線等化を開始すべく収束係数 α が選択され、上記 (2) 式に基づいたタップゲインの更新が再

開される。

【0026】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、上記従来例では、瞬断によりレベル変動検出器がレベル変動を検知すると、適応型自動等化器のタップゲインの更新をフリーズさせるので、瞬断継続時間がAGCの時定数に比例して長いと、瞬断中にAGCが回線のガウスノイズに追従し、レベル回復検出器が回線レベルが回復したとみなしてしまう。その結果、等化器の入力としてAGCによってゲイン調節されたガウス雑音に対し、タップゲインの更新が再開されてしまい、等化器が発散してしまう欠点があった。

【0027】本発明は、適応型自動等化器のタップゲインの更新制御を行うことにより、ガウス雑音に対する不意なタップゲインの更新を防止することを目的とする。

【0028】

【課題を解決するための手段】本出願にかかわる第1の発明は、適応型自動等化器を構成するトランスバーサルフィルタの出力（等化器出力）と判定器出力との差である等化誤差信号ならびに判定器出力とを基に適応型自動等化器のタップ更新制御を行うことを特徴とする。

【0029】また、本出願にかかわる第2の発明は、適応型自動等化器を構成するトランスバーサルフィルタの出力（等化器出力）と判定器出力とを基に適応型自動等化器のタップ更新制御を行うことを特徴とする。

【0030】

【作用】上記第1の発明において、タップ更新制御手段は、等化誤差信号と判定器出力とを入力とし、判定器出力によって特定される等化誤差信号の平均2乗誤差信号を計算し、既定値との比較を行うことにより、到来信号がガウス雑音かガウス雑音を含む変調信号かの弁別を行う。

【0031】また、上記第2の発明において、タップ更新制御手段は、等化器出力と判定器出力とを入力とし、判定器出力によって特定される等化器出力信号のエネルギーを計算し、既定値との比較を行い、結果を所定時間累積し、最終的に累積結果を既定値と比較することにより、到来信号がガウス雑音かガウス雑音を含む変調信号かの弁別を行う。

【0032】あるいは、上記第2の発明において、タップ更新制御手段は、等化器出力と判定器出力とを入力とし、判定器出力によって特定される等化器出力信号の座標を抽出し、同座標が既定の領域に存在するかどうかの判定を行い、判定結果を所定時間累積し、最終的に累積結果を既定値と比較することにより、到来信号がガウス雑音かガウス雑音を含む変調信号かの識別を行う。

【0033】

【実施例】図1、図2は、本発明の第1実施例において、適応型自動等化器が内蔵される制御回路を示すブ

ック図である。

【0034】本実施例では、変調信号をベースバンド信号に変換する復調器100と、従来例でも説明した回線特性を補正するところの適応型自動等化器101と、等化器出力から送信元信号を判定するための判定器102と、等化誤差信号と判定器出力を基に適応型自動等化器101の収束係数 α を制御するためのタップ更新制御回路103と、等化器出力と判定結果から誤差信号を算出するための誤差計算部104とを有する。

10 【0035】図2は、本実施例におけるタップ更新制御回路103の内容を示すブロック図である。

【0036】このタップ更新制御回路103は、等化誤差信号と判定結果より目的とするエネルギーを検出するためのエネルギー検出器200と、目的とするエネルギーの時間平均を求めるための平均化器201と、同平均化器出力と予め設定しておいた比較値 λ とを比較するための比較器202とを有する。

【0037】次に、以上のような構成における本実施例の動作について説明する。

20 【0038】まず、等化器出力 Y_k は、判定器102に入力される。そして、この判定器102によって Y_k の判定点 a_k が出力され、等化誤差 $E_k = Y_k - a_k$ が誤差計算部104で算出される。

【0039】そして、誤差計算部104からの等化誤差 E_k は、エネルギー抽出器200の一方の入力端に入力される。そして、エネルギー抽出器200の他方の入力端には、判定器102からの判定出力が入力され、ここで特定の判定出力に対するエネルギーだけが抽出される。

30 【0040】すなわち、エネルギー抽出器200は、複素等化誤差信号の絶対値をとり2乗する回路であり、 $|E_k|^2 = |Y_k - a_k|^2$ を出力する。そして、この $|E_k|^2 = |Y_k - a_k|^2$ は、平均化のため、通常ローパスフィルタで構成される平均化器201へ入力される。

40 【0041】そして、平均化器201の出力値を比較器202によって定数 λ と比較し、平均2乗誤差の方が定数 λ よりも大きければ、現在到来している信号は変調信号でないとみなし、適応型自動等化器101の収束係数 α をゼロにし、反対に、平均2乗誤差の方が定数 λ よりも小さければ、所望の変調信号が到来しているとみなし、収束係数 α ($\neq 0$)を選択する。

【0042】ここで、収束係数 α がゼロに設定されると、タップゲイン更新の(2)式は、 $C_1^{v+1} = C_1^v$ となり、タップゲインはフリーズされる。また、収束係数 α ($\neq 0$)が選択されると、(2)式に基づいたタップゲインの更新を行う等化処理を実行する。

50 【0043】次に、回線信号が変調信号であるか否かの識別の原理をV.29モデム勧告の9600bpsモードにおける信号点配置を例に取り、図6、図7を用いて説明する。

【0044】まず、図6について説明する。図中、16個からなる小さな黒点がV. 29モデム勧告の9600bpsモード時の信号点配置であり、実線は、判定アルゴリズムを簡略化した場合の判定境界線である。そして、16個の信号点を中心に分布しているベースバンド信号点は、到来信号がV. 29モデム勧告の9600bps変調信号であることを意味し、かつ、ガウス雑音が少なく、回線が良好に等化されているために、分散が小さくなっている状態を表している。

【0045】次に、変調信号が到来せず、ガウス雑音だけが回線に存在する場合には、回線に変調信号が存在しないために、AGCによって基準レベルに調節された信号はガウス雑音だけとなり、等化器出力 Y_k は2次元平面全体にちりばめられたように分布する。

【0046】さらに、瞬断から回復し、レベル回復検出器がレベル回復と判断した時点では、回線に変調信号が存在し、かつ、ガウス雑音が少なく、等化誤差が小さい場合には、複素等化誤差信号の絶対値の2乗平均である平均化器201の出力は、比較的小きな値を取る。

【0047】また、回線にガウス雑音だけが存在する時には、平均化器201の出力は、比較的大きな値を取る。

【0048】従って、比較器202の λ を適切に選ぶことにより、比較器202は回線に変調信号が存在し、かつ、ガウス雑音が少なく等化誤差が小さい場合には、所望の変調信号が到来しているとみなし、収束係数 α ($\neq 0$)を選択し、また、回線にガウス雑音だけが存在する時には、ガウス雑音だけが到来しているとみなし、収束係数 α ($= 0$)を選択することが可能となる。言い換えると、到来信号が変調信号にガウス雑音が含まれている場合とガウス雑音だけが含まれている場合とを確度良く弁別できることになる。

【0049】続いて、変調信号は到来しているが、ガウス雑音が大きく回線の等化状態が良好でない場合には、図示しないが、等化器出力である受信信号点 Y_k が、残留等化誤差とガウス雑音の影響を受けて送信信号点 a_k の判定領域に位置するとは限らず、受信信号点の分散は大きくなる(a_k が必ずしも a_k に等しくならないということである)。

【0050】以下、さらに詳しく説明すると、かりに、送信側で判定領域(1)(図では 示す。以下、同様)に属する信号点(1, 1)を送ったとする。にもかかわらず等化器出力が判定領域(2)に属する領域に存在し、信号点(0, 3)と判定される場合がある。

【0051】この場合には、図7に示すように、信号点(0, 3)から判定領域(2)の境界線までの最大長は $d_{max} = 2^{1/2}$ であるので、等化誤差の2乗 $|E_k|^2$ の最大値は2となり、比較器202の定数 λ を適切な値に設定してもガウス雑音だけの場合と変調信号にガウス雑音が含まれている場合とを弁別するのが困難になっ

てくる。

【0052】しかし、このような場合にも、エネルギー抽出器200への判定結果 a_k の入力を制限することにより、ガウス雑音とガウス雑音が多く含まれている変調信号とを確度高く識別することができる。この理由を以下に説明する。

【0053】図7は、V. 29モデム勧告の9600bpsモード時の信号点配置のうち第1象限だけを取り出したものである。同図中、実線は、判定アルゴリズムを簡略化した場合の判定境界線である。

【0054】また、同図中、 d_{max} は、開判定領域(1)～(8)に属する信号点から判定境界線までの距離の最大値であり、いずれの領域の場合も $d_{max} = 2^{1/2}$ である。

【0055】一方、 d_{min} は、開判定領域(9)～(16)に属する信号点から判定境界線までの距離の最小値であり、領域(9)、(11)、(13)、(15)の場合 $2^{1/2}$ であり、それ以外の場合(10)、(12)、(14)、(16)には1である。

【0056】また、開判定領域における d_{max} は、判定器102の実現手段に大きく依存するが、一般に d_{max} (開判定領域) $>>d_{max}$ (開判定領域)である。従って、開領域に属する信号点と判断された a_k に対応する誤差信号だけをエネルギー抽出器200に入力した方が平均化器201の出力である平均2乗誤差信号のダイナミックレンジはひろがる。このため、比較器202の比較値 λ の設定範囲も広く取ることができ、結果として到来信号がガウス雑音かガウス雑音を多く含む変調信号かの弁別も確度良く実現できるようになる。

【0057】以上説明したように、開判定領域に属する信号点に対応する誤差信号だけを選定し、平均2乗誤差を算出して比較値の大小を判定することにより、従来困難であったガウス雑音とガウス雑音を多く含む変調信号との識別が容易になる。

【0058】次に、本発明の第2実施例について説明する。

【0059】図3、図4は、本発明の第2実施例において、適応型自動等化器が内蔵される制御回路を示すブロック図である。

【0060】本実施例では、変調信号をベースバンド信号に変換するための復調器300と、回線特性を補正するところの適応型自動等化器301と、等化器出力から送信元信号を判定するための判定器302と、等化器出力と判定器出力とを基に適応型自動等化器301の収束係数 α を制御するためのタップ更新制御回路303と、等化器出力と判定結果から誤差信号を算出するための誤差計算部304とを有する。

【0061】図4は、本実施例におけるタップ更新制御回路303の内容を示すブロック図である。

【0062】このタップ更新制御回路303は、等化器

出力と判定結果より目的とするエネルギーを検出するエネルギー検出器４００と、このエネルギー抽出器４００の出力と予め設定しておいた比較値 β とを比較する比較器４０１と、エネルギー抽出器４００の出力が比較値 β よりも大きいと判断された回数をカウントするカウンタ４０２と、予め設定しておいた比較値 N とカウンタ４０２の出力とを比較する比較器４０３とを有する。

【0063】次に、以上のような構成における本実施例の動作について説明する。

【0064】まず、等化器出力 Y_k は、判定器302に入力される。そして、この判定器302によって Y_k の判定点 a_k が出力され、等化誤差 $E_k = Y_k - a_k$ が誤差計算304で算出される。そして、この等化誤差 E_k は、適応型自動等化器301に入力され、タップ更新を行う(2)式を実行するのに用いられる。

【００６５】一方、等化器出力 Y_k と判定器出力 a_k は、タップ更新制御回路３０３に接続され、それぞれエネルギー抽出器４００の一方の入力端に入力される。このエネルギー抽出器４００は、複素等化信号 Y_k の絶対値を取り、２乗する回路であり、 $|Y_k|^2$ を出力する。エネルギー抽出器４００の他方の入力端には、判定器３０２の出力 a_k が入力され、特定の判定出力に対するエネルギーだけが抽出される。

【００６６】続いて、エネルギー抽出器４００の出力値を比較器４０１によって定数βと比較し、判定出力 a_k によって選択される特定の等化器出力エネルギーの方が定数βよりも大きければ、カウンタ４０２をカウントアップし、そうでなければ、カウントアップしない。

【0067】そして、所定の時間経過した後、カウンタ402の出力は比較器403によって予め設定されている定数Nと比較し、カウント値の方が定数Nよりも大きければ、現在到来している信号は変調信号でないとなし、適応型自動等化器301の収束係数 α をゼロにし、反対にカウント値の方が定数Nよりも小さければ、所望の変調信号が到来しているとみなし、収束係数 α ($\neq 0$)を選択するように適応型自動等化器301を制御する。

【0068】ここで、収束係数 α がゼロに設定されると、タップゲイン更新の(2)式は、 $C_1^{v+1}=C_1^v$ となって、タップゲインはフリーズされ、収束係数 α ($\neq 0$)が選択されると、(2)式に基づいたタップゲインの更新を行う等化処理を実行する。

【0069】次に、以上のような方法で回線信号が変調信号であるか否かを識別する原理を図6、図7を用いて説明する。

【００７０】上記第１実施例で詳細に説明したように、ガウス雑音が変調信号に混在している場合の等化器出力は、図６に示す通りであり、ガウス雑音だけの場合は、図示しないが、２次元平面全体にちりばめられたように存在する。

【0071】従って、ガウス雑音だけの場合には、原点を中心とする円（半径は最も外側に位置する理想信号点の原点からの距離よりも大きい場合）の外側に存在する確率は、変調信号とガウス雑音が混在している場合に比べてはるかに高くなる。この原理を用いて、両者を区別できる。

【0072】まず、判定器出力 a_k によって等化器出力が開判定領域に存在するかどうかを決定し、開判定領域に存在した場合にだけ、上記エネルギー抽出器400によって $|Y_k|^2$ （原点からの距離の2乗）を求め、この値が予め設定した値 β よりも大きい場合に、暫定的に到来信号はガウス雑音だけとみなし、後続のカウンタ402をカウントアップし、所定時間経過後、予め設定した値 N と比較することにより最終的な判定を下す。

【0073】ここで、所定の時間カウンティング演算を行うのは、等化器出力 $|Y_k|^2$ は確率信号であり、変調信号とガウス雑音が混在している場合であっても、等化器出力 $|Y_k|^2$ が比較値 β よりも小さくなる場合があるので、タップ更新制御の判定が正しくなされるように、統計処理をしなければならないからである。

【００７４】以上説明してきたように、開判定領域に属する信号点に対応する等化器出力信号だけを選定し、絶対値の２乗を算出して比較値との大小を判定することにより、従来困難であったガウス雑音とガウス雑音を多く含む変調信号との識別が容易になる。

【0075】次に、本発明の第3実施例について説明する。

【００７６】図３、図５は、本発明の第３実施例において、適応型自動等化器が内蔵される制御回路を示すブロック図である。なお、図３は、上記第２実施例と共通であるので説明は省略する。

【００７７】図５は、本実施例におけるタップ更新制御回路３０３の内容を示すブロック図である。

【００７８】このタップ更新制御回路３０３は、等化器出力と判定結果より目的とする等化器出力の座標を抽出するための座標抽出器５００と、この座標抽出器５００の出力座標が予め設定しておいた領域に存在するかどうかの判定をするための領域判定器５０１と、座標抽出器５００の出力座標が領域に存在すると判断された回数をカウントするためのカウンタ５０２と、予め設定しておいた比較値Ｍとカウンタ５０２の出力とを所定時間後比較するための比較器５０３とを有する。

【0079】次に、以上のような構成における本実施例の動作について説明する。

【００８０】まず、等化器出力 Y_k は、判定器３０２に入力される。この判定器３０２によって Y_k の判定点 a_k が出力され、等化誤差 $E_k = Y_k - a_k$ が誤差計算３０４で算出される。この等化誤差 E_k は、適応型自動等化器３０１に入力され、タップ更新を行う（２）式を実行するのに用いられる。

【0081】一方、等化器出力 Y_k と判定器出力 a_k は、タップ更新制御回路303に接続され、それぞれ座標抽出器500の一方の入力端に入力される。この座標抽出器500は、複素等化信号 Y_k の座標を抽出する回路である。また、この座標抽出器500の他方の入力端には、判定器302の出力 a_k が入力され、特定の判定出力に対する座標だけが抽出される。

【0082】続いて、座標抽出器500の出力座標が領域判定器501に入力され、予め設定された領域に存在するかどうかの判定が行われる。ここでの具体的な演算は、出力座標が予め設定された領域を表す不等式あるいは等式を満足するかどうかを判断するものである。

【0083】座標抽出器500の出力座標が予め設定された領域に存在すると判定された場合には、カウンタ502をカウントアップし、そうでなければカウントアップしない。そして、所定の時間経過した後、カウンタ502の出力は、比較器503によって予め設定されている定数 M と比較して、カウント値の方が定数 M よりも大きければ、現在到来している信号は変調信号でないとみなし、適応型自動等化器301の収束係数 α_k をゼロにし、反対にカウント値の方が定数 M よりも小さければ、所望の変調信号が到来しているとみなし、収束係数 α ($\neq 0$)を選択するように適応型自動等化器301を制御する。

【0084】ここで、収束係数 α がゼロに設定されると、タップゲイン更新の(2)式は、 $C_1^{v+1} = C_1^v$ となり、タップゲインはフリーズされ、収束係数 α ($\neq 0$)が選択されると、(2)式に基づくタップゲインの更新を行う等化処理を実行する。

【0085】次に、以上のような方法で回線信号が変調信号であるか否かを識別する原理を図6、図7を用いて説明する。

【0086】上記第1、第2実施例で詳述したように、ガウス雑音に変調信号に混在している場合の等化器出力は図6に示す通りであり、ガウス雑音だけの場合は、図示しないが、2次元平面全体にちりばめられたように存在する。

【0087】従って、ガウス雑音だけの場合には、原点から一定以上離れた(最も外側に位置する理想信号点と原点との距離よりも大きい)部分平面に存在する確率は、変調信号とガウス雑音が混在している場合に比べてはるかに高くなる。この原理を用いて、両者を区別できる。

【0088】まず、判定器出力 a_k によって等化器出力が開判定領域に存在するかどうかを決定し、開判定領域に存在した場合だけ座標抽出器500によって座標を抽出し、この座標が予め設定した領域に含まれる場合に、暫定的に到来信号はガウス雑音だけとみなし、後続のカウント502をカウントアップし、所定時間経過後、予め設定した値 M と比較することにより、最終的な判定を

下す。

【0089】ここで、所定の時間カウンティング演算を行うのは、等化器出力座標は確率信号であり、変調信号とガウス雑音が混在している場合でも等化器出力座標が予め設定した領域に含まれる場合があるので、タップ更新制御の判定が正しくなされるようにするために統計処理を行っているのである。

【0090】以上説明したように、開判定領域に属する信号点に対応する等化器出力信号の信号座標を抽出し、予め設定した領域に含まれるかどうかの判定をすることにより、従来困難であったガウス雑音とガウス雑音を多く含む変調信号との識別が容易になる。

【0091】

【発明の効果】以上説明したように、本出願に係る第1の発明(請求項1~5)によれば、等化誤差信号ならびに判定器出力とを基に適応型自動等化器のタップ更新制御を行うことにより、ガウス雑音到来時の不用意なタップゲインの更新による等化器の発散を防止することができる。

【0092】また、本出願に係る第2の発明(請求項6~9)によれば、等化器出力ならびに判定器出力とを基に適応型自動等化器のタップ更新制御を行うことにより、ガウス雑音到来時の不用意なタップゲインの更新による等化器の発散を防止することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1実施例の適応型自動等化器が内蔵される制御回路を示すブロック図である。

【図2】上記第1実施例におけるタップ更新制御回路を示すブロック図である。

【図3】本発明の第2、第3実施例の適応型自動等化器が内蔵される制御回路を示すブロック図である。

【図4】上記第2実施例におけるタップ更新制御回路を示すブロック図である。

【図5】上記第3実施例におけるタップ更新制御回路を示すブロック図である。

【図6】上記各実施例で用いる9600bpsモードにおける簡略化判定領域と信号点配置を示す説明図である。

【図7】上記各実施例で用いる9600bpsモードにおける第1象限の信号点配置を示す説明図である。

【図8】従来の適応型自動等化器が内蔵される制御回路を示すブロック図である。

【図9】従来のトランスバースフィルタで構成した適応型自動等化器の基本構成を示すブロック図である。

【図10】従来のタップ更新制御回路の構成を示すブロック図である。

【図11】適応型自動等化器における信号式を示す説明図である。

【符号の説明】

100、300…復調器、

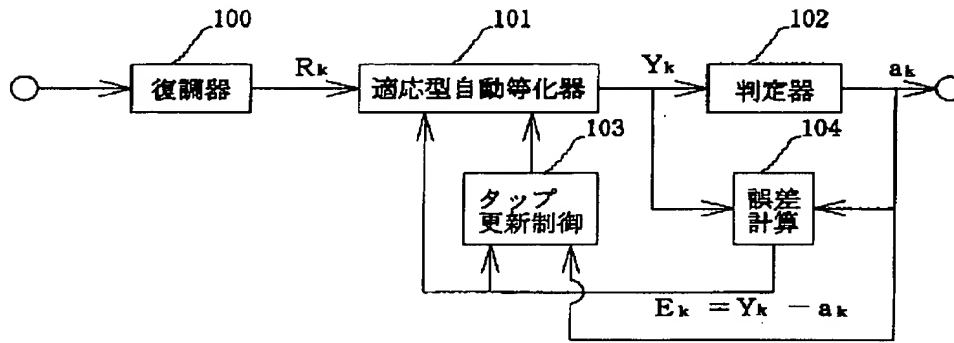
13

101、301…適応型自動等化器、
 102、302…判定器、
 103、303…タップ更新制御回路、
 104、304…誤差計算部、
 200、400…エネルギー検出器、

14

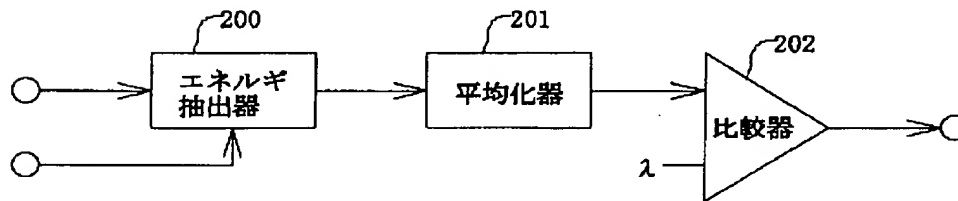
201…平均化器、
 202、401、403、503…比較器、
 402、502…カウンタ、
 500…座標抽出器、
 501…領域判定器。

【図1】



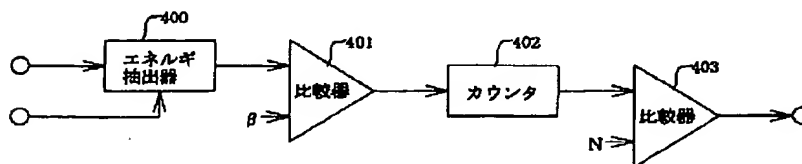
K3281

【図2】



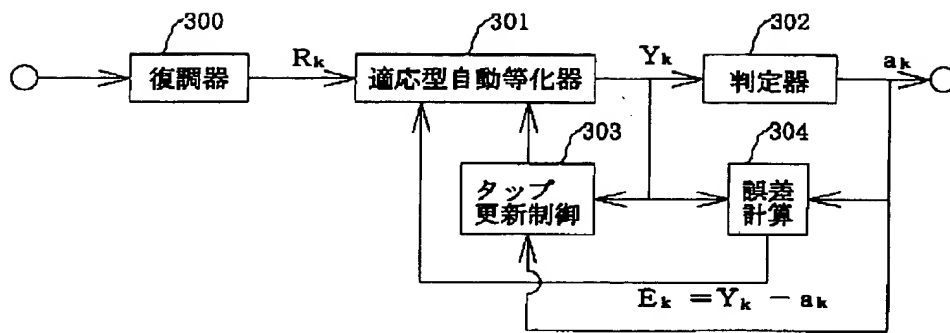
K3281

【図4】



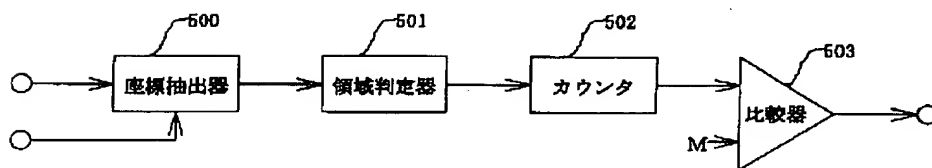
K3281

【図 3】



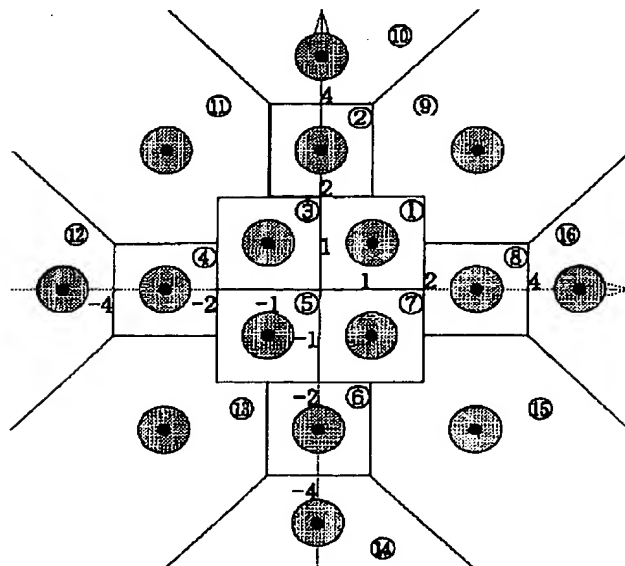
K3281

【図 5】



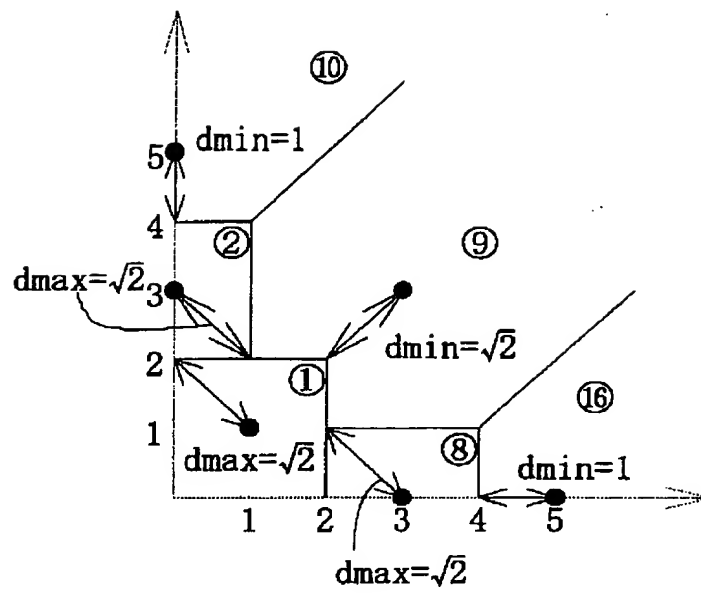
K3281

【図 6】

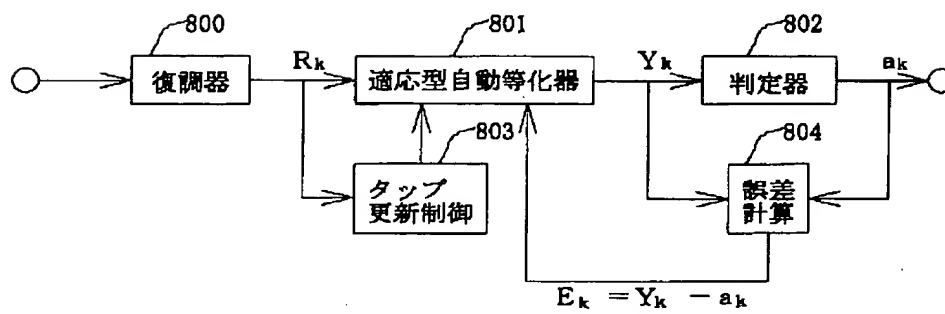


K3281

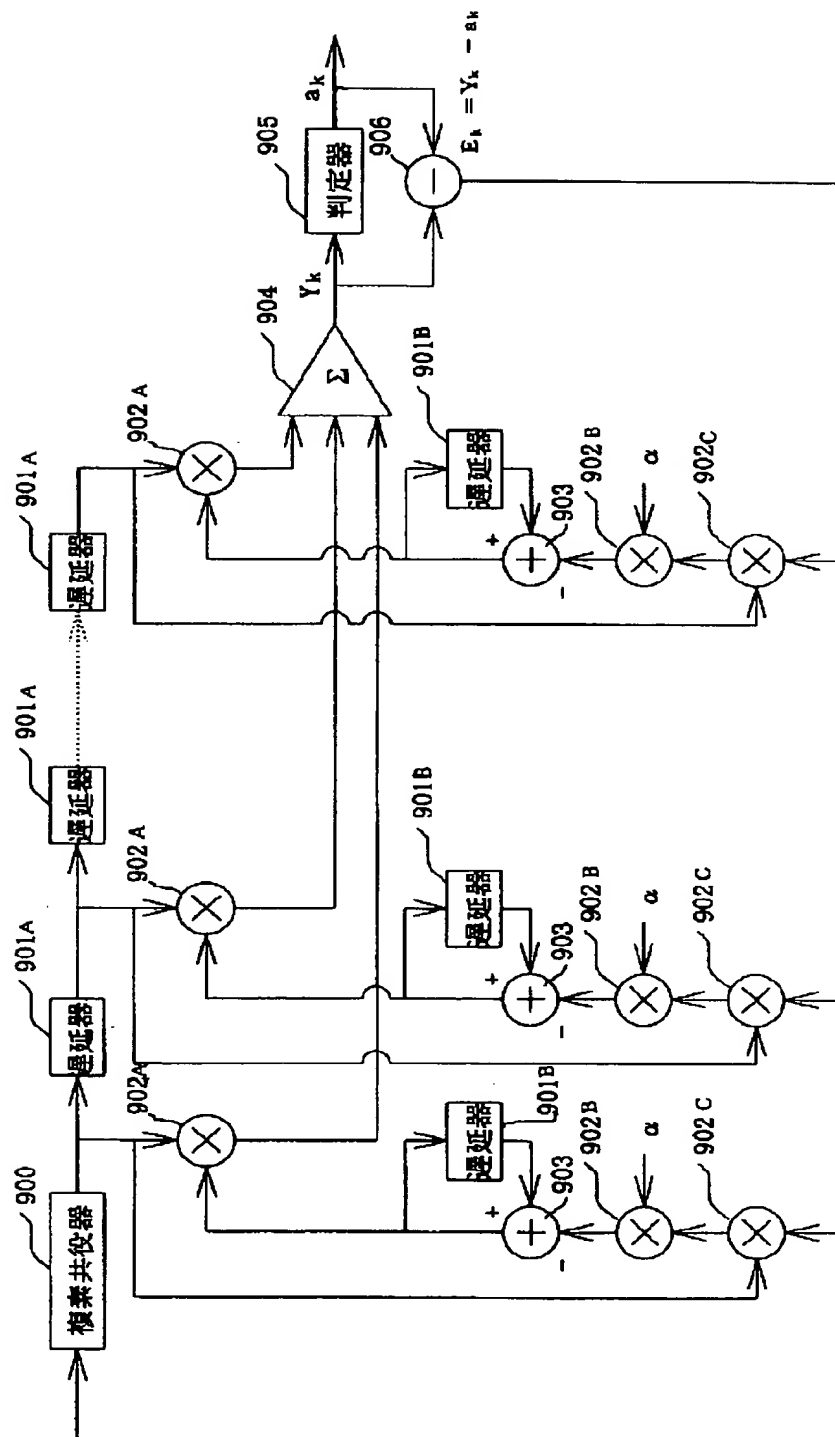
【図 7】



【図 8】

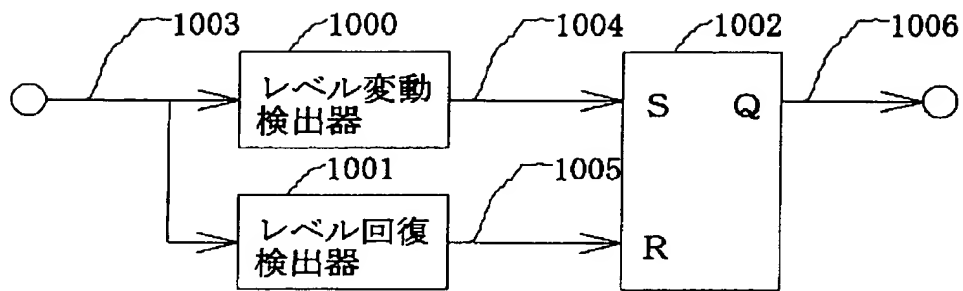


【図 9】



K3281

【図 10】



K3281

【図 11】

(1) 式	$Y_k = \sum_{i=-N}^N C_i^{v+1} \cdot R_{k-i}^*$
(2) 式	$C_i^{v+1} = C_i^v - \alpha \cdot R_{k-i}^*$

K3281